

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-184715

(43)Date of publication of application : 14.07.1998

(51)Int.Cl.

F16D 3/205

(21)Application number : 08-347612

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 26.12.1996

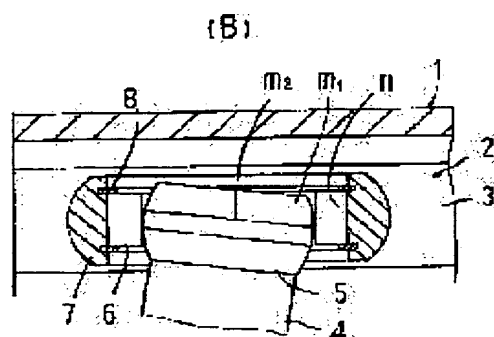
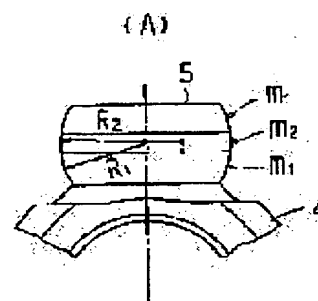
(72)Inventor : OZAWA HITOHIRO  
GOTOU TATSUHIRO  
SAITO TAKESHI

## (54) TRIPOD TYPE CONSTANT VELOCITY UNIVERSAL JOINT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a tripod type constant velocity universal joint with less vibration and high durability by making a surface part with gentler curvature than a true spherical surface of both edges at a central part of axial direction in a base shaft of the tripod member, and by contacting a rolling body existing between the base shaft and a roller mainly with the surface part with gentler curvature of the base shaft and by increasing the reduction effect of maximum surface pressure of the rolling body and the suppression effect of induced thrust.

**SOLUTION:** A radius of curvature  $R_1$  with its center in the axis line of the outer surface of three base shafts 5 of tripod member 4 and true spherical surface  $m_1$  and intermediate curved surface  $m_2$  of larger radius of curvature  $R_2$  than the radius of curvature  $R_1$  are formed at the center of the middle part of the true spherical surface  $m_1$ . A rolling body 6 is made to come in contact chiefly with the intermediate curved surface  $m_2$  in the angular operation of a constant velocity universal joint, and the maximum surface pressure and induced thrust of the rolling body are decreased to improve durability. In this case, it is possible to enlarge the radius of curvature  $R_2$  to an infinity and to make the intermediate curved surface  $m_2$  to be a cylindrical surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-184715

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 D 3/205

識別記号

F I

F 1 6 D 3/20

M

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-347612

(22) 出願日 平成8年(1996)12月26日

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 小澤 仁博

静岡県湖西市鷺津332-1 田内マンション501

(72) 発明者 後藤 竜宏

静岡県磐田市千手堂1031 アメーヌメゾン101号

(72) 発明者 齋藤 剛

静岡県磐田郡福田町福田1478-1 マンションあすらん203号

(74) 代理人 弁理士 江原 省吾 (外3名)

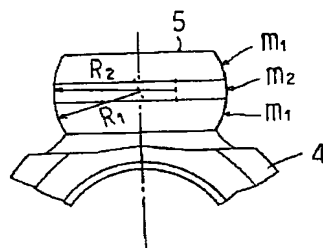
(54) 【発明の名称】 トリボード型等速自在継手

(57) 【要約】

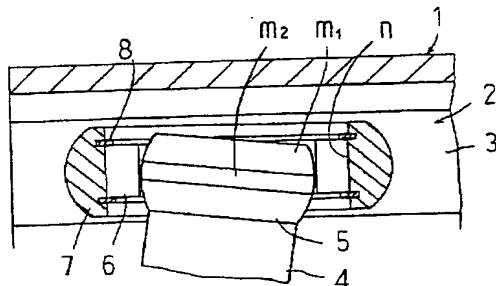
【課題】 外輪とトリボード部材の軸線が斜交する作動角運転時に外輪のローラ案内面に対してローラが斜交して相対移動すると誘起スラストが発生して、発熱や振動、騒音の原因になり、耐久性が悪くなることがある。

【解決手段】 トリボード部材4の3本の脚軸5の外周面を軸線に中心を持つ曲率半径 $R_1$ と真球面 $m_1$ と、この真球面 $m_1$ の中間部に中央に曲率半径 $R_1$ より大きな曲率半径 $R_2$ の中間曲面 $m_2$ を形成し、等速自在継手の作動角運転時に転動体6を主として中間曲面 $m_2$ に接触させるようにして、転動体6の最大面圧と誘起スラストを低減させ、耐久性を改善する。この場合、曲率半径 $R_2$ が無限度に大きくして中間曲面 $m_2$ を円筒面にすることも可能である。

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 外輪の内周に外輪軸方向に形成された3本のトラック溝に、トリボード部材の3本の脚軸に転動体を介して回転可能に外嵌したローラを、トラック溝の両側の外輪軸方向のローラ案内面に係合させたトリボード型等速自在継手において、

上記脚軸の外周面の母線を、脚軸の軸方向両端側に位置し脚軸の軸線上に中心を持つ真円の一部分を構成する円弧と、前記円弧の間に位置し前記円弧と滑らかに連なった前記円弧の曲率半径よりも大きな曲率半径の曲線との組合せて形成したトリボード型等速自在継手。

【請求項2】 上記曲線を、曲率中心と曲率半径を異にする複数の円弧の組合せとした請求項1のトリボード型等速自在継手。

【請求項3】 上記曲線を、曲率半径を無限大とした場合に相当する直線とした請求項1のトリボード型等速自在継手。

【請求項4】 外輪の内周に外輪軸方向に形成された3本のトラック溝に、トリボード部材の3本の脚軸に転動体を介して回転可能に外嵌したローラを、トラック溝の両側の外輪軸方向のローラ案内面に係合させたトリボード型等速自在継手において、上記脚軸の横断面を、短軸が負荷側を向いた楕円としたトリボード型等速自在継手。

【請求項5】 上記脚軸の縦断面における外周面の形状を、脚軸の軸方向両端側に位置し脚軸の軸線上に中心を持つ真円の一部分を構成する円弧と、前記円弧の間に位置し前記円弧と滑らかに連なった前記円弧の曲率半径よりも大きな曲率半径の曲線との組合せて形成したトリボード型等速自在継手。

【請求項6】 上記曲線を、曲率中心と曲率半径を異にする複数の円弧の組合せとした請求項5のトリボード型等速自在継手。

【請求項7】 上記曲線を、曲率半径を無限大とした場合に相当する直線とした請求項6のトリボード型等速自在継手。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、前輪駆動式自動車等に適用されるトリボード型等速自在継手に関する。

【0002】

【従来の技術】前輪駆動の自動車の駆動軸の回転動力を前輪に等速で伝達するトリボード型等速自在継手の基本的構造例を図6(A)及び(B)に示すと、これは外輪1の内周面の外輪軸方向に3本の円筒形トラック溝2を形成し、外輪1内に挿入したトリボード部材4の半径方向に突設した3本の脚軸11の円筒状の外周面にコロ等の転動体12を介して回転可能に嵌挿したローラ13をトラック溝2に嵌挿して構成される。各ローラ13は、対応するトラック溝2の両側のローラ案内面3に係合さ

れた状態で、トラック溝2に回転可能に、且つ、外輪軸方向に摺動可能に嵌合する。

【0003】図7に示すように外輪1とトリボード部材4が作動角 $\theta$ をとる状態で回転力伝達を行う場合、各ローラ13とトラック溝2のローラ案内面3とは図8に示すように互いに斜交する関係となる。この場合、ローラ13は図7の矢印イで示す方向に転がり移動しようとするのに対し、トラック溝2は外輪軸方向に平行な円筒形であるため、ローラはトラック溝2に拘束されながら移動することになる。そのため、トラック溝2のローラ案内面3とローラ13の相互間に滑りが生じて発熱し、更に、この滑りが軸方向に誘起スラストを発生させる。このような誘起スラストは、車体の振動や騒音の発生原因となる。

【0004】上記誘起スラストを低減させたトリボード型等速自在継手として、ローラを内リングと外リングで二階立構造としたもの(特公平3-1529号公報参照)や、トリボード部材の脚軸の外周面にローラを首振り揺動可能に支持したもの(特開昭54-132046号公報参照)が知られている。前者のローラ二階立構造のものは、ローラを内リングと外リングの組合せで構成するために、ローラ部分の部品点数、組立工数が多くなって製品コストが高くなる不具合がある。また、後者はローラが基本的な図6と同様な簡単(一階立)構造ゆえに製品コストが割安となる利点があり、その基本構造例を図9(A)及び(B)に示し説明する。

【0005】図9のトリボード型等速自在継手は、トリボード部材4の脚軸21の外周面22が軸方向断面が略楕円状の緩やかな曲率の曲面で、この外周面22にコロ等の転動体23を介して1つのローラ24の円筒内周面が嵌挿される。ローラ24の外周面は外輪1のトラック溝2に回転可能、且つ、外輪軸方向に摺動可能に嵌挿される。この継手の場合、図9(B)に示すように外輪1とトリボード部材4が作動角 $\theta$ をとる状態で回転力伝達を行うと、脚軸21の外周面22が転動体23を介してローラ24の円筒内周面を摺動して、脚軸21に対してローラ24が多少とも首振り揺動し、この揺動でローラ24が外輪1のトラック溝2の両側のローラ案内面3によって外輪1の軸線と多少とも平行に案内される。従って、ローラ24がローラ案内面3を外輪軸方向に転動してローラ24の滑り抵抗が低減され、誘起スラストが低減される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、図9の継手は、脚軸21に対するローラ24の揺動量に限界があり、その限界を超えて、外輪1とトリボード部材4が角度をとって回転力伝達を行う場合、最早ローラ24はトラック溝2に対して平行な姿勢を維持できなくなり、ローラ24とトラック溝2の間に滑りが生じ、この滑りが外輪軸方向に誘起スラストを発生させる。この誘起スラ

ストは、作動角 $\theta$ に比例して増大して自動車の車体によって振動発生や騒音の原因となっており、その低減化が難しい問題があった。

【0007】このような問題を解決するものとして、この発明者はトリボード部材の脚軸の外周面を脚軸の軸線に中心を持つ真球面とした等速自在継手を出願した（特願平8-19106号）。その具体例を図10及び図11を参照して説明すると、同図の継手はトリボード部材4の3本の脚軸5の外周面が脚軸5の軸線上に中心Pを持つ真球面 $m_1$ で、この真球面 $m_1$ に複数の一連のコロ等の転動体6を介してローラ7の円筒内周面 $n$ を回転可能に嵌挿した構造で、他の外輪1等は図6の継手と基本的に同じ構造である。ローラ7の外周面は、例えば外輪1の円筒状トラック溝2の両側のローラ案内面3に合う曲面であり、ローラ7の円筒内周面 $n$ の開口両端部に嵌着されたワッシャー8で転動体6の抜けが防止される。

【0008】図10の継手が作動角運転を行う場合、外輪1のトラック溝3に嵌挿されたローラ7の円筒内周面 $n$ に対してトリボード部材4の脚軸5の真球面 $m_1$ がその中心Pを中心に相対回転移動して、ローラ7をトラック溝3の軸方向に平行に移動させるので、誘起スラストの発生が抑制される。

【0009】本発明者等は図10の継手の尚更の高性能化を試みた結果、次の知見を得た。即ち、図10の継手において、脚軸5の真球外周面 $m_1$ と転動体6が点接触して面圧が高くて負荷容量が小さくなる傾向にあり、その対策として脚軸5の外径を大きくすることが考えられるが、これでは継手全体が大径化する。また、作動角の大きさに関係なく負荷を受ける転動体6の本数が一定となるが、図11(A)及び(B)の矢印に示すようにローラ7に複数の転動体6を介し脚軸5から受けるベクトルM回りモーメントが生じ、これがローラ7の姿勢を不安定にして誘起スラストの尚一層の低減化を難しくしている。更に、作動角の大きさに関係なく負荷を受ける転動体6に応力集中化が生じ易く、これが転動体等の耐久性に影響を及ぼしている。

【0010】この発明の目的は、図10の継手の上記問題点を、大径化することなく、かつ、継手の部品点数を増やすことなく解決したトリボード型等速自在継手を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明は、外輪の内周に外輪軸方向に形成された3本のトラック溝に、トリボード部材の3本の脚軸に転動体を介して回転可能に外嵌したローラを、トラック溝の両側の外輪軸方向のローラ案内面に係合させたトリボード型等速自在継手において、上記脚軸の外周面の母線を、脚軸の軸方向両端側に位置し脚軸の軸線上に中心を持つ真円の一部分を構成する円弧と、前記円弧の間に位置し前記円弧と滑らかに連なった前記円弧の曲率半径より

も大きな曲率半径の曲線との組合せで形成したものである。

【0012】ここに、「曲線」というときは、曲率半径を無限大にした場合に相当する直線をも含むものとする（請求項3）。また、脚軸の外周面の母線のうち軸方向の中央部分を文字どおり「曲線」とする場合、単一の曲率中心と単一の曲率半径をもつ円弧とするほか、請求項2のように、曲率中心と曲率半径を異にする複数の円弧の組合せとすることもできる。複数の円弧の組合せとするときは、軸方向両端部の真円の一部分を構成する円弧に近い円弧ほどその曲率中心を当該真円の曲率中心に近付けることにより、滑かに連続した脚軸の外周面の母線が得られる。

【0013】ここで、脚軸の外周面である真球面の軸方向中間部分に形成された中間曲面は、真球面より緩やかな曲率の曲面であり、また、中間曲面の曲率半径が無限大の場合においては脚軸の軸線方向に平行な円筒面である（請求項4）。このような円筒面を含む中間曲面に転動体が常時的に接触するときの最大面圧は、真球面が接触するときの最大面圧より低減され、その分、負荷容量が増大して耐久性が良くなる。

【0014】請求項4の発明は、外輪の内周に外輪軸方向に形成された3本のトラック溝に、トリボード部材の3本の脚軸に転動体を介して回転可能に外嵌したローラを、トラック溝の両側の外輪軸方向のローラ案内面に係合させたトリボード型等速自在継手において、上記脚軸の横断面を、短軸が負荷側を向いた楕円としたものである。この場合の楕円は、その短軸と長軸との差をたとえば数10～100 $\mu$ 程度とし、脚軸の軸線に垂直な全ての断面において楕円量を同一にしたものが製造上望ましい。このように脚軸の外周面の負荷側を短軸の楕円面にすることで、当該面と接して負荷を受ける転動体への応力集中が緩和され、最大面圧や耐久性が尚一層改善される。

【0015】また、請求項4の発明を請求項1、2又は3の発明と結合することも可能である。すなわち、脚軸の縦断面における外周面の形状を、脚軸の軸方向両端側に位置し脚軸の軸線上に中心を持つ真円の一部分を構成する円弧と、前記円弧の間に位置し前記円弧と滑らかに連なった前記円弧の曲率半径よりも大きな曲率半径の曲線との組合せで形成してもよく（請求項5）、当該曲線は、曲率中心と曲率半径を異にする複数の円弧の組合せ（請求項6）、あるいは、曲率半径を無限大とした場合に相当する直線とすることができる（請求項7）。これにより、転動体と最大面圧で接触する脚軸の軸方向中央部分が、脚軸の軸線上に曲率中心をもった真球面よりも曲率半径が大きい緩やかな曲面で形成されるため、転動体の面圧をより低減させることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図

10

20

30

40

50

面を参照して説明する。なお、既述の図6乃至図11を含む全図を通じて同一部分、又は、相当部分には同一符号を付して、説明の重複を避ける。

【0017】まず、図1(A)及び(B)に示す実施の形態では、トリボード部材4の3本(図面には1本のみ示す。)の脚軸5の外周面が、脚軸5の軸線上に曲率中心をもつ真球面 $m_1$ と、脚軸5の軸方向中央部分に位置し真球面 $m_1$ の曲率半径 $R_1$ より大きな曲率半径 $R_2$ の中間曲面 $m_2$ とで構成されている。この脚軸5の外周面に転動体6を介してローラ7の円筒内周面 $n$ を回転可能に外嵌する。ローラ7は外輪1のトラック溝2に挿入され、その外周面がトラック溝2の両側のローラ案内面3に回転及び摺動可能に係合する。この場合、換言すれば、脚軸5の軸方向両端部に位置し脚軸の軸線上に曲率中心をもつ真円の一部分をなす円弧( $m_1$ )と、この円弧よりも曲率半径の大きな円弧( $m_2$ )との組合せによって脚軸5の外周面の母線が構成される。

【0018】脚軸5の真球面 $m_1$ に形成された中間曲面 $m_2$ は、転動体6が常時的に最大面圧で接触する領域である。すなわち、トリボード部材4が外輪1に対して常用作動角(約 $2 \sim 10 \text{ deg}$ )で回転力伝達を行う際に中間曲面 $m_2$ に主に負荷を受ける転動体6が接触するように、その幅(軸方向寸法)が設定される。中間曲面 $m_2$ は真球面 $m_1$ より曲率が緩やかな曲面で、その曲率半径 $R_2$ は真球面 $m_1$ の曲率半径 $R_1$ の約 $2 \sim 5$ 倍程度が望ましく、この中間曲面 $m_2$ の最大外径は真球面 $m_1$ の外径より小さく設定される。

【0019】したがって、トリボード部材4の作動角運転時に転動体6が中間曲面 $m_2$ に接触し、このときの最大面圧は転動体6が曲率半径の小さい真球面 $m_1$ に接触するときの最大面圧よりも小さくなる。つまり、転動体6は小さい曲率半径 $R_1$ の真球面 $m_1$ に対してはより点接触に近い接触をするが、大きい曲率半径 $R_2$ の中間曲面 $m_2$ に対してはより面接触に近い接触をして、最大面圧の低減と負荷容量の増大が可能となって、継手全体を大径化することなく誘起スラストの抑制と耐久性の向上が可能となる。

【0020】図2(A)及び(B)に示す実施の形態では、上述の脚軸5の真球面 $m_1$ の中間部分に円筒面 $m_3$ を形成したことを特徴としている。換言すれば、脚軸5の外周面の母線を脚軸5の軸線上に曲率中心をもつ真円の一部をなす円弧( $m_1$ )と直線との組合せで構成する。この場合の直線( $m_3$ )は、上述の曲線( $m_2$ )の曲率半径を無限大にしたものに相当する。円筒面 $m_3$ は脚軸5の軸線に平行で、同じく円筒状の転動体6と線接触するため、最大面圧の一層の低減が可能となる。また、真球面 $m_1$ と円筒面 $m_3$ との組合せ形状は、上記中間曲面 $m_2$ に比べて、より容易に、加工性良く形成できる利点もある。

【0021】次に、図3(A)及び(B)に示す実施の

形態は、トリボード部材4の脚軸5の外周面が、縦断面で見ると軸線上に中心を持つ円弧 $m$ で(図3

(A))、かつ、横断面で見ると短軸が負荷側を向いた楕円 $m$ 、(図3(B))であることを特徴としている。

図3(B)中の一点鎖線は真円の場合を示す。図3

(B)では理解を容易にするため極端な楕円を示しているが、楕円 $m$ の楕円量は、短軸(負荷側)と長軸(非負荷側)の差が数 $10 \sim 100 \mu$ 程度とし、かつ、脚軸5の軸線に垂直な全ての断面において同一とする。このように脚軸5の横断面形状を負荷側を短軸とした楕円 $m$ とすることで、図10の継手に比べて脚軸5の負荷側の外周面と接する転動体6の応力集中が緩和され、これにより最大面圧が低減して耐久性が向上する。

【0022】なお、図示は省略するが、図3における脚軸5の軸方向中央部分に図1及び図2に関連して既に述べた構成の中間曲面、円筒面等を付加することも可能であり、そうすることによって各構成に基づく相乗効果をもって耐久性の一層の向上が期待できる。

【0023】図4(A)及び(B)は、脚軸5の外周面をいわゆるトラス面 $m_0$ とした場合を示す。このトラス面 $m_0$ は、脚軸5の軸線から外径側に離れた点に中心をもつ半径 $R_0$ の円弧を母線とし、脚軸5の軸方向中央部が最大外径( $2R_0$ )となっている。図4に示した構成は面圧低減の趣旨とは逆行しているが、脚軸5のトラス面 $m_0$ が、真球面(比較のために、脚軸5の軸線上に曲率中心をもつ半径 $R_1$ の円弧を図4(B)に破線で示す。)よりも小さい摩擦抵抗にて転動体6と接触し、より誘起スラストの抑制が容易となる。さらに、継手が作動角をとった状態で運転するとトラス面 $m_0$ の半径差 $[R_1 - R_0]$ に対応して負荷を受ける転動体6の本数が減り、その分、図11の真球面の場合に比べて、ローラ7に働く脚軸5から受けるベクトル $M$ 回りモーメントが減少してローラ7の姿勢が安定することで、結果的に誘起スラストが低減される。なお、このように誘起スラストが低減されるように、トラス面 $m_0$ の半径差 $[R_1 - R_0]$ を $1 \sim 2 \text{ mm}$ 程度に小さく設定することが必要である。

【0024】図5に、図4の構成を備えた継手(本発明品)と図10の従来品とについての誘起スラスト測定結果を示す。この場合の本発明品は、脚軸5の外周面が最大半径 $R_1 = 19.095 \text{ mm}$ 、母線半径 $R_0 = 17.85 \text{ mm}$ のトラス面 $m_0$ であり、従来品は脚軸5の外周面が曲率半径 $19.095 \text{ mm}$ の真球面である。図5に示されるように、作動角をとった状態で運転する時の作動角が $6 \text{ deg}$ 程度まで大きくなるまでは誘起スラストが従来品<本発明品の関係にあるが、 $6 \text{ deg}$ を超える作動角の範囲で誘起スラストが従来品>本発明品と逆転することが分かる。

【0025】したがって、図4に示した構成の場合、脚軸5のトラス面 $m_0$ の作動角が $6 \text{ deg}$ 以内の範囲で

転動体6に接触する中間部分の曲率を真球面の曲率程度まで緩やかにして、この中間部分を図1や図2の各実施例における中間曲面と円筒面と同様なものにすれば、作動角が6deg以内であっても誘起スラストを従来品と同程度かそれ以下に低減させることが可能となる。

【0026】

【発明の効果】この発明によれば、トリボード部材の脚軸の軸方向中央部に両端部の真球面より曲率の緩やかな面部分が存在するため、脚軸とローラとの間に介在する転動体が、脚軸の当該緩やかな曲率の面部分に主として接触し、転動体の最大面圧の低減効果、誘起スラストの抑制効果が増大して振動の少ない高耐久性のトリボード型等速自在継手を提供することができる。

【0027】曲率の緩やかな面部分の一形態として、曲率半径を無限大とした場合に相当する円筒面を選択した場合、より一層の面圧低減を図ることができ、しかも、脚軸の外周面が真球面と円筒面の組合せであるため、加工が容易で、等速自在継手の製作コストの低減化が容易になる。

【0028】また、トリボード部材の脚軸の横断面形状を短軸が負荷側を向いた楕円となすことにより、脚軸と接する転動体の応力集中が緩和され、誘起スラストと耐久性に優れたトリボード型等速自在継手を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)はトリボード部材の部分正面図、図1(B)は図1(A)のトリボード部材を組み込んだ等速自在継手の部分縦断面図である。

【図2】図2(A)はトリボード部材の部分正面図、図2(B)は図2(A)の部分拡大図である。

【図3】図3(A)はトリボード部材の部分正面図、図3(B)は図3(A)のX-X断面図である。

【図4】図4(A)はトリボード部材の部分正面図、図4(B)は図4(A)のトリボード部材に装着した転動\*

\*体とローラの断面図である。

【図5】図4の等速自在継手と従来品のジョイント作動角-誘起スラストの実験データを示すグラフ図である。

【図6】図6(A)は従来のトリボード型等速自在継手を一部破断した正面図、図6(B)は図6(A)の継手の要部横断面図である。

【図7】図6の継手の一部破断した正面略図である。

【図8】図7の継手のローラ転がり状態を示す斜視図である。

【図9】図9(A)は他の従来のトリボード型等速自在継手の要部の概略を示す側面図、図9(B)は図9(A)の継手の作動角運転時の要部の概略を示す側面図である。

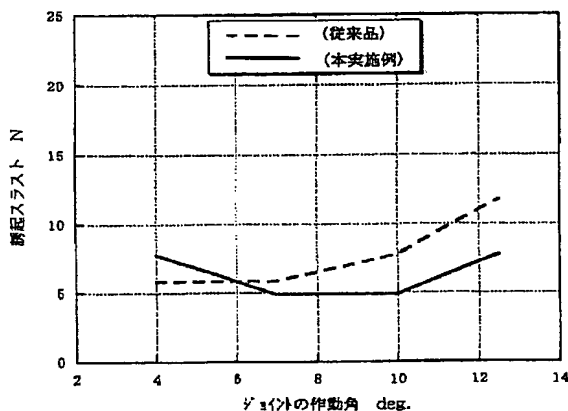
【図10】図10(A)はこの発明の前提となるトリボード型等速自在継手の一部破断正面図、図10(B)は図10(A)の継手の部分横断面図である。

【図11】図11(A)は図10の継手の部分拡大図、図11(B)は図11(A)の平面図である。

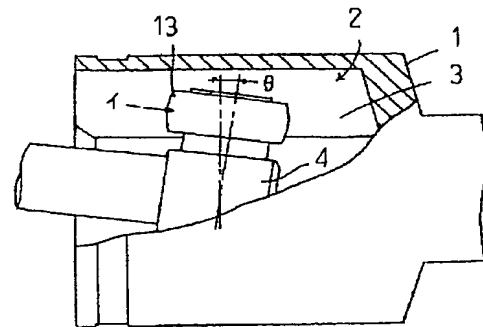
【符号の説明】

- |                   |         |
|-------------------|---------|
| 1                 | 外輪      |
| 2                 | トラック溝   |
| 3                 | ローラ案内面  |
| 4                 | トリボード部材 |
| 5                 | 脚軸      |
| m <sub>1</sub>    | 真球面     |
| m <sub>2</sub>    | 中間曲面    |
| m <sub>3</sub>    | 円筒面     |
| m <sub>4</sub>    | 円周面     |
| m <sub>5</sub>    | 楕円面     |
| 30 m <sub>6</sub> | トーラス面   |
| 6                 | 転動体     |
| 7                 | ローラ     |
| n                 | 円筒内周面   |

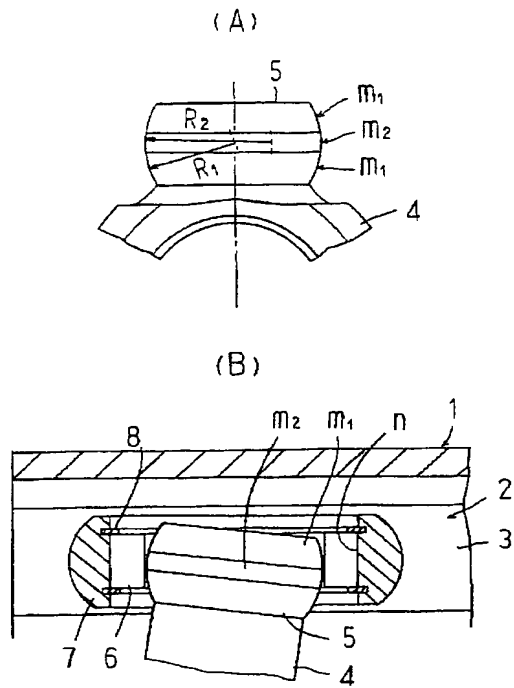
【図5】



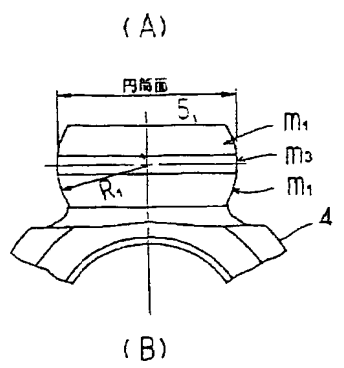
【図7】



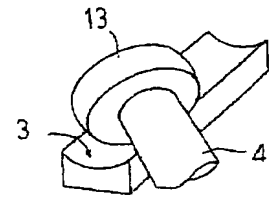
【図1】



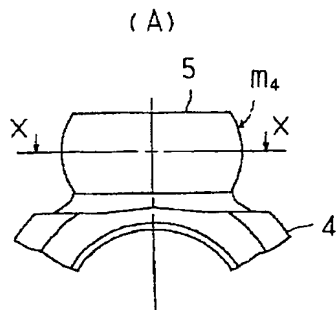
【図2】



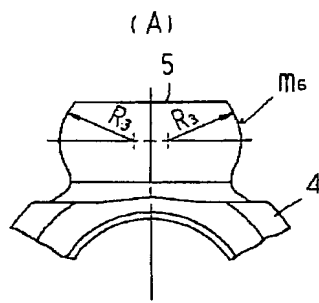
【図8】



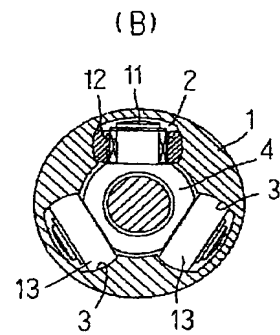
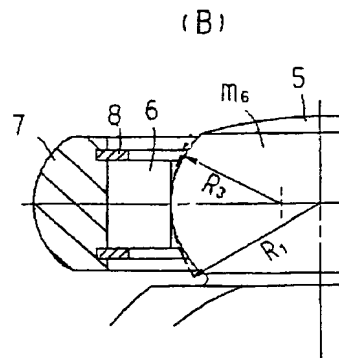
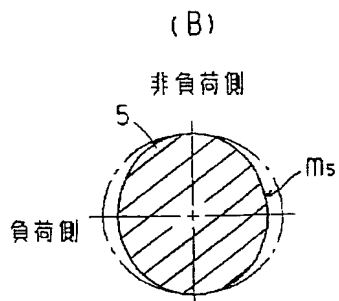
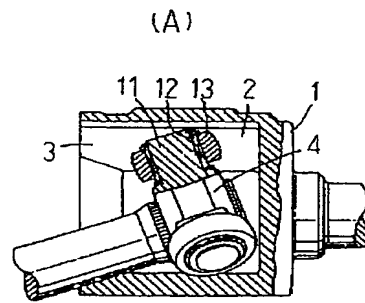
【図3】



【図4】

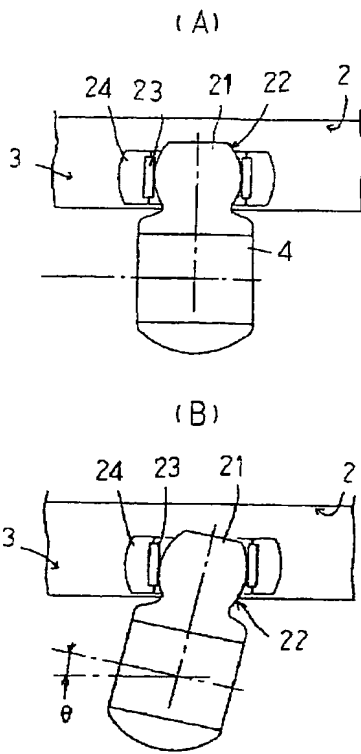


【図6】

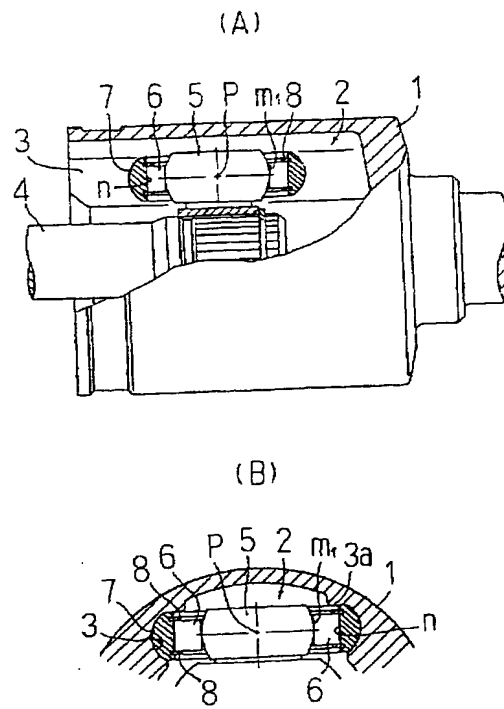




【図9】



【図10】



【図11】

